

CDM事業性検討のための処分場ガス発生・回収量の推定

鹿島建設

正会員○間宮 尚 阪東浩造 高橋俊彦 小澤一喜

八千代エンジニアリング 非会員 佐伯 昇 古郡庸由

1. 背景

京都議定書が発効し、地球温暖化防止に向けた取組みが本格化する。生活系一般廃棄物を直接最終処分している多くの国で、温室効果の高いメタンを主成分とする処分場ガスの地球温暖化への寄与率は高いとされている。そのため処分場にガス回収システムを敷設し、ガス回収・有効利用することは処分場の早期安定化と温暖化防止に有効とされ、CDM 支援 FS 事業の中で複数のコンソーシアムによる事業検討が遂行中である。

しかし、処分場ガス回収量については IPCC ガイドラインによる計算方法が提示されているものの、事業性検討に供する信頼性を有していない。そこで、推定方法について他の方法を探索するとともに、現地でのボーリング調査を通して得た情報を推定式に代入して処分場ガス量の推定を行い、推定方法の課題を検討した。

2. 処分場ガス発生・回収量の推定方法

IPCC ガイドライン[1]とドイツの Tabasaran, Rettenberger [2] による算定法を表 1 にて比較する。後者は過去 25 年にわたってドイツで採用されている計算方法である。両者ともガス発生速度に一次減衰モデルを採用しているが、発生ポテンシャルと回収率の算定方法に差が見られる。IPCC 法では投棄ごみの組成、分解率と分解速度係数を決めれば年毎のガス発生量を推計できるが、ドイツ法では全有機炭素量の実績値に加え、回収率についても複数の係数の設定が必要となる。ドイツ法は実際の処分場ガス回収量に対する各要因の寄与度を評価するため、未知の処分場に適用することは困難だが、発生・回収メカニズムを理解する上で参考となる。いずれの手法でも分解する有機炭素量、分解速度係数、回収率については不確定な要素となっており、この設定が事業性評価に大きく影響する。

表 1 処分場ガス回収量の推定方法

	IPCC [1]	Tabasaran, Rettenberger [2]
ガス発生ポテンシャル	$G_1 [t/年] = MSW \times DOC \times f$ MSW: 廃棄物投棄量[t/年] DOC: 生化学分解可能な有機炭素比 f: 分解率 1年に投棄された廃棄物から 廃棄物の組成から略算	$G_2 [m^3/t] = 1.868 \times TC \times (0.014 \times T + 0.28)$ TC: 全炭素量[kg/t] T: 嫌気層温度 (T=25~40℃) (0.014×T+0.28): 分解率に相当 投棄された1tの廃棄物から 家庭ごみのTOCは160~200kg/t 中温メタン発酵域が適用範囲
ガス累積発生量	$Q_1 [m^3] = G_1 \times (1 - e^{-\kappa \cdot t})$ κ : 分解速度係数 時刻 t までに生成したガス量	$Q_2 [m^3/t] = G_2 \times (1 - e^{-\kappa \cdot t})$ κ : 分解速度係数 ($\kappa=0.05 \sim 0.15$) 時刻 t までに生成したガス量
ガス回収率	R_1 を下記の「 G_1 」から選ぶ $R_1=1.0$: 管理された処分場 $R_1=0.8$: 管理されていない処分場 $R_1=0.4$: 管理されていない処分場 $R_1=0.6$: 管理状態が不明の処分場 廃棄物層が深い 廃棄物層が浅い	$R_2 = f_{a0} \times f_a \times f_o \times f_s$ f_{a0} : 初期係数 ($f_{a0}=0.8 \sim 0.95$) f_a : 分解係数 ($f_a \approx 0.7$) f_o : 最適化係数 ($f_o \approx 0.7$) f_s : 回収システム係数 ($f_s=0 \sim 1$) 投棄後半年間のガス生成状況 最適条件で分解する炭素比 最適ガス化率に対する実際の比 回収システムに依存する回収比

3. クルボン処分場における調査結果

上記の不確定要素を把握すべく、マレーシア国マラッカ市のクルボン処分場にてボーリング（Φ=75mm、200mm）を行った。表 2 に示すガス組成、層内温度、ガス速度から廃棄物層内が高温メタン発酵領域の嫌気状態にあること、ガス圧がわずかながら正圧であることが分かった。東南アジアは高温多湿であることから処分場の廃棄物層の状況が欧米の処分場とは異なり、欧米の知見をそのまま適用することにはリスクをとまう。

表 2 処分場ガスの状況

No.	径 mm	ボーリング孔内温度 ℃					吐出 速度 m/s	ガス組成				No.	径 mm	ボーリング孔内温度 ℃					吐出 速度 m/s	ガス組成			
		0m	-5m	-10m	-15m	-20m		CH ₄	CO ₂	H ₂ S	CO			0m	-5m	-10m	-15m	-20m		CH ₄	CO ₂	H ₂ S	CO
								%	%	ppm	ppm									%	%	ppm	ppm
1	75	51	54	54	55	41	0.69	52.6	41.9	82	296	4	75	59	58	60	60	58	3.08	51.7	42.8	84	254
2	75	57	56	54	54	43	1.92	51.5	39.5	62	181	5	75	50	56	56	53	42	1.22	39.7	31.1	82	148
3	75	50	56	57	54	44	2.72	50.2	40.3	69	110	6	200	52	58	57	50	53	0.57	60.4	50		128

キーワード クリーン開発メカニズム（CDM）、処分場ガス

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 0424-89-7914

ボーリング孔掘削時に廃棄物層の試料を採取して性状把握を行った。組成分析結果を図1に示す。木片は長期的には分解されるが、CDM 期間中での分解はないと見て、細成分中の TOC のみを把握したところ、図2に示すように廃棄物全体の5%を下回った。次に試料採取した深さと投棄年数（推定値）を対応させ、図3に示すように TOC の減少を時間を変数とした指数関数で近似した。TOC の初期値（投棄ごみの有機炭素に相当）として 5.0%、分解速度係数 κ として 0.14 を得た。

4. ガス回収量の試算

クルボン処分場（126 千 m^2 ）への廃棄物投棄は 1995 年に始まり、2003 年末現在 1,552 千 t が投棄されている。経済成長によりごみ量は増加傾向にあるため、ごみ質も変化していると推察されるが、ごみの TOC と κ として上記の数値を採用し、高温のため分解率が 100%と仮定して処分場ガス発生量の推計を行った。その結果を図4に示す。2004 年における処分場ガス発生量は約 30,000 $\text{m}^3/\text{日}$ であるが、分解速度が速いため 10 年後には約 1/4 まで低下する。

さらにボーリング孔からの吐出速度を元にしてガス回収量の推計を行った。内径 75mm のボーリング孔から約 2m/s (55°C) でガスが吐出しているが、これは約 635 $\text{Nm}^3/\text{日}$ に相当する。処分場ガス回収における影響半径 (25~30m) を考慮してボーリング間隔を 50m おき、端部の影響を考慮してボーリング数を 40 本と設定すると回収されるガス量は 25,400 $\text{m}^3/\text{日}$ 、回収率は 84%となる。これは表面被覆が不十分なために表面から大気に放散されるガス量の存在を考慮すると高いと考えられ、上記の方法によるガス発生・回収量の精度には検討の余地がある。

5. 考察

ガス発生・回収量推定式中の不確定パラメータを検討したが、各処分場固有のガス回収システム（方法）が回収率に与える影響の把握が未解決である。さらに、高温メタン発酵域での推定式の適用可能性に加え、積上げによる推定発生量とマクロな実測に基づく推定回収量のアンバランスから見て、処分場層内での反応を十分に把握できていないといった根本的な問題の可能性も残されている。投棄後にボーリングを行う場合にはガス発生量が短期間ではあるが推定値の数倍に達する開放効果（Entspannungseffekt）の存在も指摘されており、事業性検討等に供する処分場ガス発生・回収量の推定には推定モデルのさらなる検討が必要である。

注記 本研究は 2003 年度 NEDO「CDM/JI 実施支援事業（海外地球温暖化防止支援技術開発）」の「マレーシア国における廃棄物処分場バイオガス回収有効利用調査」の成果の一部である。

参考文献 [1]Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories、[2]Tabasaran, Rettenberger: Untersuchungen zur Entstehung, Ausbreitung und Ableitung von Zersetzungsgasen in Abfallablagerungen、UBA/BMI、1981

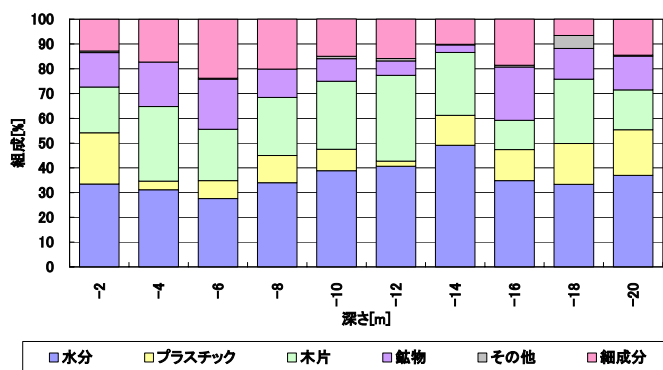


図1 廃棄物層内の組成の深さ方向分布

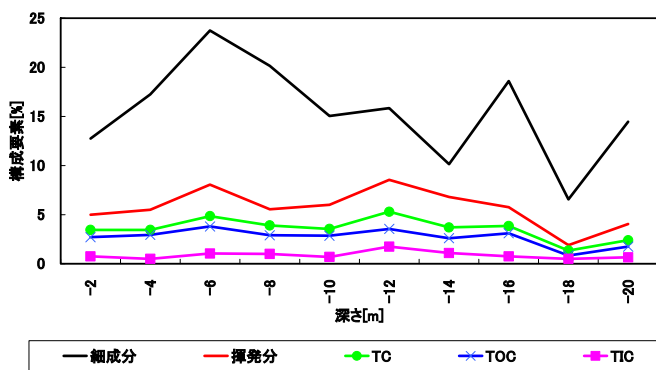


図2 細成分の構成要素の深さ方向分布

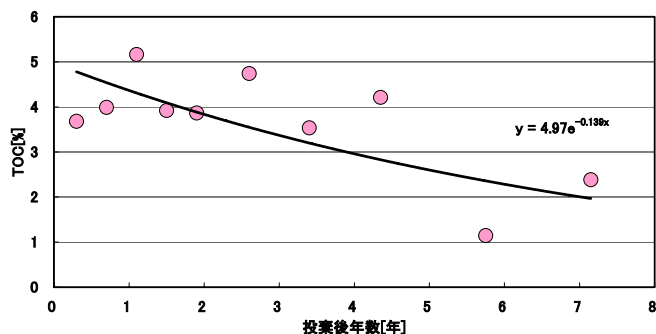


図3 TOC(0)と κ の推定

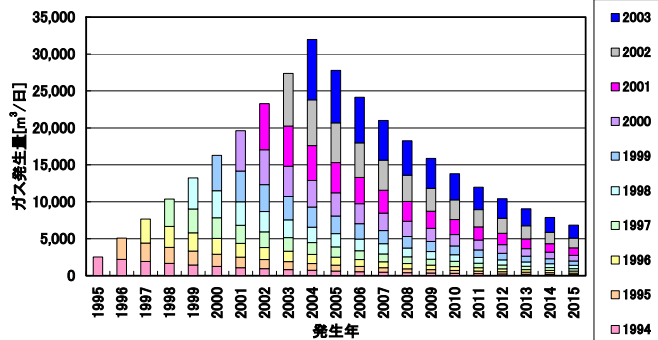


図4 処分場ガス発生量の推定